



HIDROLİK SİSTEMLERİN TASARIMINDA METODİK KONSTRÜKSİYON PRENSİPLERİNİN KULLANILMASI

Kadir ÇAVDAR
Fatih C. BABALIK

ÖZET

Bu çalışmada, hidrolik sistemlerin tasarımında çalışan tasarımcıyı yönlendirerek, taleplere uygun tasarım alternatiflerine en kısa zamanda ulaştırmayı amaç edinen, metodik konstrüksiyon işlem adımları tanıtılmaktadır. Bu işlem adımları; ödevin tanımlanması, ve istek listesinin hazırlanması ile başlar, konsept ve detaylandırma adımlarının ardından çözüm önerilerine ait proje detaylarının hazırlanmasıyla sona erer. Bilgi desteğinin çok önemli olduğu işlem adımları arasında ileri veya geri yönde sürekli işlemler, geri beslemeler ve iyileştirme faaliyetleri mevcuttur.

İstenen teknik yapının bilinen çözümleri ve benzer alanlardaki çözümlerin analizi de konstrüktörü yaratıcı çözümlere ulaştırabilir. Bilinen servo valflerin analizinden hareketle, metodik konstrüksiyon öğretilerinden yararlanıp nasıl yeni bir çözüme ulaşıldığı bu bildiride sunulacaktır.

Tanımlanan yaklaşımın, tasarımda zaman tasarrufu ve alternatif tasarımlara ulaşabilme açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

1. GİRİŞ

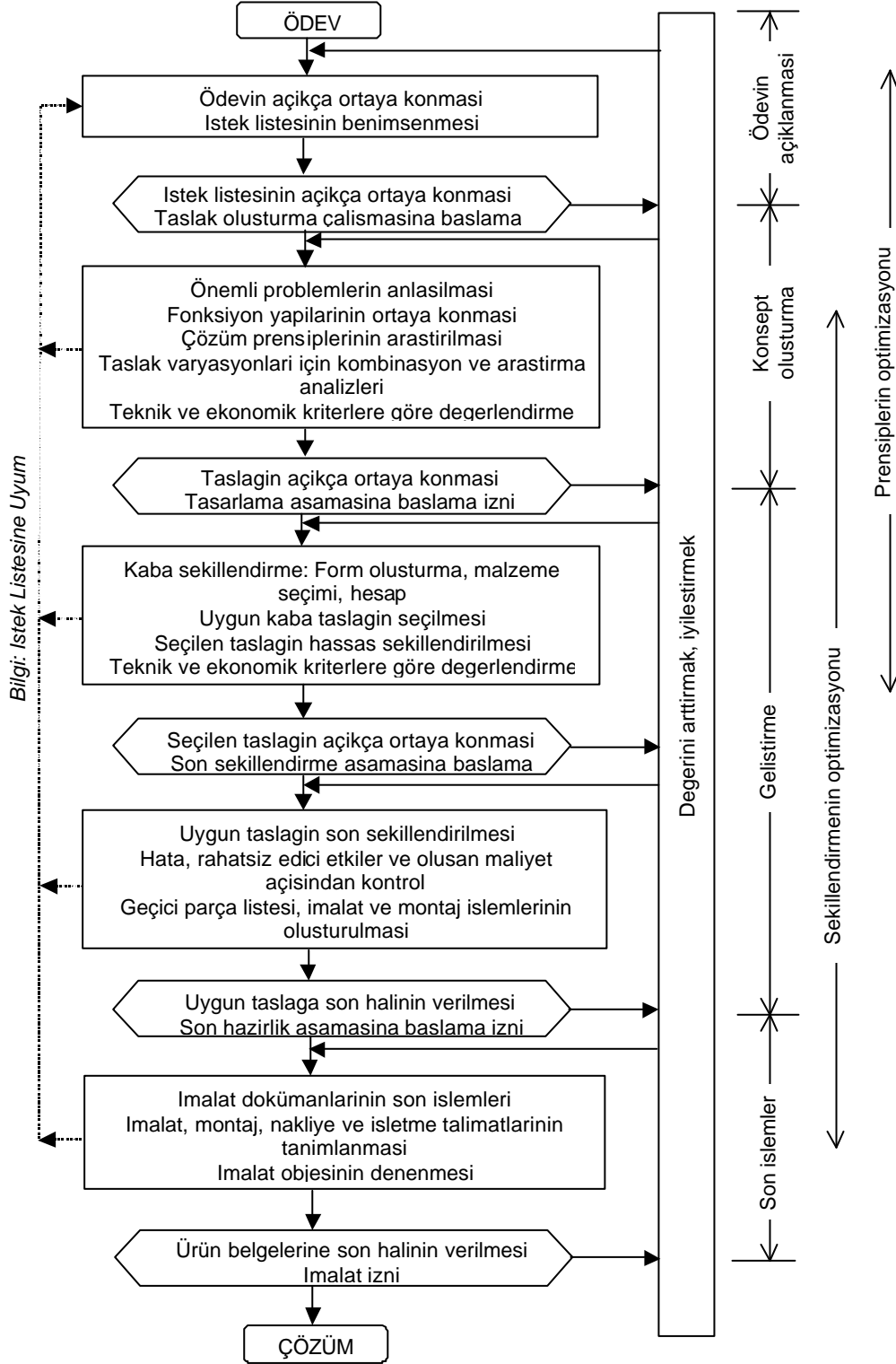
Makine, cihaz veya alet tipi bir teknik yapıya ihtiyaç duyulmasından, fikir olarak düşünce dünyasında ortaya çıkmasından, o yapının ise yarar biçiminde üretilebilmesine kadar belirli bir süre geçer. Teknolojinin gelişmesi, haberleşme ve bilgi iletişiminin hızlanması, araştırmalara ayrılan maddi kaynakların artmasıyla bu *ürün geliştirme süreci* her geçen gün daha da azalmaktadır. Teknik yapının insan beyninde bir fikir olarak doğmasından, kullanılabilir ilk ürünün piyasaya sunulmasına kadar, problemin türü ne olursa olsun, kendisinden bu probleme çözüm istenen bir mühendis bilinçli veya bilinçsiz şekilde aşağıdaki adımları takip edecektir:

- Ödevin tüm ayrıntıları ile anlaşılması, ortaya konması
- Çözüm olasılıklarının mümkün olduğunca çok sayıda bulunup kaydedilmesi
- Ortaya konan çözüm önerileri arasından en uygununun seçilmesi
- Seçilen çözümün resimlerinin çizilip imalata hazırlandığı detaylandırma aşaması
- Prototip imalatı, deneyler ve seri imalat izni

Bu adımların gerçekleştirilmesi için belirli sürelerle ihtiyaç duyulur. Tarihi gelişim incelendiğinde baslarda çok uzun sayılabilecek sürelerin, yirminci yüzyılın son çeyreğinde geliştirilen ürünlerde oldukça kısaldığı gözlenmektedir.

Teknik ürünün, bir ihtiyaca (gereksinime) dayanılarak fikir olarak ortaya çıkması ile mühendisler bu fikir gerçekleştirmeleri için *ödev* şeklinde iletilir. Ürün geliştirme süreci, tekniğin o andaki seviyesinin yani sıra ekonomiden, toplumun gelişmişlik seviyesine kadar çok çeşitli ve karmaşık ilişkiler yumağından etkilenir [1].

Son kırk yılda ödev ile ürün arasında hangi adımların takip edilmesi gerektiği üzerinde yoğun çalışmalar yapılmış, birbirlerinden çok farklı olmayan ekoller olmuştur. *Metodik Konstrüksiyon* ana başlığı altında toplanan bu çalışmalardan en yaygın kabul görmüş olanı, Pahl/Beitz'a göre *Metodik Konstrüksiyon İşlem Adımları* Şekil 1.'de görülmektedir.



Şekil 1. Metodik Konstrüksiyon İşlem Adımları [2]



Rodenacker, tüm makine ve aparatlara belirli amaç ve fonksiyonları gerçekleştiren bir "fiziksel olgu" olarak yaklaşmaktadır. Konstrüksiyon süreci, adım adım değişen ve özet kısımlardan oluşmuş bir bilgi topluluğu olarak görülür. Konstrüksiyon işlemi tamamen fizik bilimindeki gelişmelere bağlıdır. Rodenacker, bitmiş ürün yerine geçecek bir *ön ürün* kabul edip bir fonksiyon yapısı yardımıyla *ödev* aşamasını sınıflandırır ve ayırır. Bu ön ürün için fiziksel etkileşimler araştırılır, ardından da bulunan fiziksel etkileşimler konstrüktif etkilere dönüştürülür. Rodenacker ayrıca metodik kurgusunu, malzeme değişiklikleriyle yaptığı örneklerle de pekiştirmiştir. Bunun için imalat teknikleri alanındaki varolan bilgileri kullanmıştır. Yöntem aynı zamanda teknik sistemlerin geliştirilmesi için de uygundur. Metodik geliştirme için Rodenacker şu kuralları öngörmüştür [5]:

Kural 1. İsteklerin açıklanması; istenen etkiler, ilişkiler (=etkileşimler).

Kural 2. Fonksiyonel yapının ortaya konması; mantıksal etkiler, ilişkiler.

Kural 3. Fiziksel olguların ortaya konması; fiziksel etkiler, ilişkiler.

Kural 4. Etki bölgelerinin ortaya konması; konstrüktif etkiler, ilişkiler.

Kural 5. Mantıksal, fiziksel ve konstrüktif etkileşimlerin matematiksel olarak ortaya konması.

Kural 6. Konstrüksiyondaki rahatsız edici boyutların ve hataların engellenmesi

Kural 7. Toplam konstrüksiyonun ortaya konması

Kural 8. Çözüm seçme kriterleri

Rodenacker'in önerdiği metodun karakteristik özelliği, ikinci adımda fonksiyon yapısı ortaya konurken sadece iki değerli fonksiyonlarla çalışılmasıdır. Bu fonksiyonlardan bazıları; *ayırma*, *baglamak* ve teknik sistemlerin enerji, malzeme ve/veya sinyal *iletmesi*dir (Kural 2).

Mantıksal etkileşimlerin elde edilmesi için bu konudaki olası fiziksel etkileşimler araştırılır (Kural 3). Rodenacker bu adımda, olayların zamana bağlı değişimlerinde ortaya çıkan değerlerin hesabi için fiziksel ve matematiksel bağıntıları kullanmakta ve bu konuda bilgi edinebilmek için her şeyden önce deney yapmanın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Sonraki adımda etki bölgelerinin konstrüktif özelliklerinin belirlenmesine geçilir (Karar 4). Etki bölgeleri sabit olguların değişikliğe uğradığı konstrüksiyon adımlarıdır; etki yüzeyleri, etkilenen malzemeler, etki hareketleri vb. Fiziksel olayların düşünülmesi, etki bölgelerinin ortaya konması ve mukavemet hesaplamaları yardımıyla malzemenin seçilmesiyle konstrüksiyon prensibine karar verilebilir (Karar 5). Rodenacker bozucu girişler olarak tanımlanabilecek rahatsız edici büyüklükler ve değerlerden/kaliteden sapmaların yok edilmesi adimina özel önem verir (Karar 6).

Özet olarak Rodenacker, yeni makine ve cihazların "buluşu"nun yapılabilmesi için sunduğu metodun yeterli olacağını ve "bu istek hangi fiziksel etkiyle sağlanabilir?" sorusunu sorarak fiziksel etkinin bulunabileceğini ve bunun da konstrüktörü konstrüktif çözüme ulaştıracağını savunmaktadır.

2. ELEKTROHİDROLİK DÖNÜSTÜRÜCÜLER

Yağ hidroliginde karşılaşılan uygulamaları "güç hidroligi" ve "sinyal hidroligi" şeklinde ikiye ayırabiliriz. Güç hidroliginde sistem veriminin yüksek olması temel hedef iken sinyal hidroliginde sinyalin istenen şekilde uygunluğu en önemli parametredir [6].

Hidrolik güç denklemi basitçe:

$$P = \Delta p \cdot Q$$

denklemlerle hesaplanır. Burada; P: Hidrolik güç [kW], Δp : İncelenen iki nokta arasındaki basınç farkı [Pa] ve Q: Debi [m^3/s]'dir.

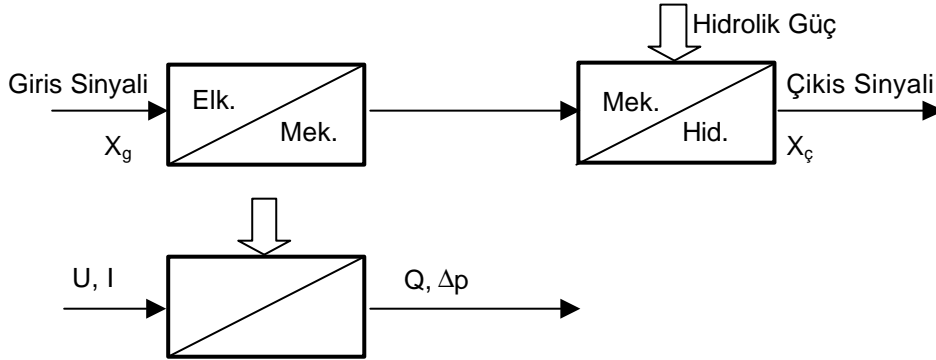


Buna göre, hidrolik enerjiyle tahrik edilen motor, piston gibi büyük güçlü elemanların hızını değiştirmek istediğimizde ya debiyi ya da basınç farkını değiştirmek gerekir. Debiyi değiştirme işlemi, sabit devirle çalışan bir pompada strok boyunu değiştirerek gerçekleştirilebilir. Ancak strok boyunu değiştirmek için büyük değerli kuvvetlere ihtiyaç duyulacaktır.

İkinci yol olan basınç farkının değiştirilmesi işleminde ise akım kanallarındaki kesitlerin yani lüle çaplarının değiştirilmesi düşünülebilir. Lüle direncini arttırmak kayıpları da arttıracığı için verimi düşürür. Ancak verim düşse de lüle kesitini değiştirmek için gerekli kuvvet ve yer değiştirme miktarı önceki işleme göre çok daha küçük değerlerde olduğu için bu yöntem özellikle sinyal hidroliginde tercih edilir.

Hidrolik elemanlar aynı görevi görecektir elektriksel elemanlara göre daha yüksek bir ivmelenme yeteneğine (dönme momenti/atalet momenti) sahip olmaları, kontrol kolaylıkları, birim ağırlıkta daha yüksek güç üretebilmeleri gibi pozitif özelliklerinden dolayı otomatik kontrol devrelerinde, tasit, uçak, takım tezgahi gibi sistemlerin kumanda ve kontrol mekanizmalarında kullanılmaktadır.

Sinyal hidroliginde gücü uygun şekilde yönetmek amacıyla lüle kesitlerini değiştirmek için gerekli kuvvet ve uzaklıkların elektriksel elemanlarla gerçekleştirilebilecek düzeyde olması (<0,5 N, <1 mm) elektriksel elemanların sinyal iletim çabukluğu ile hidrolik elemanların küçük hacimde büyük enerji iletilme özellikleri birleştirilerek elektrohidrolik elemanlar ortaya konmuştur. Sinyal-Akım diyagramında elektrohidrolik elemanın yeri Şekil 2.'de görülmektedir.



Şekil 2. Elektrohidrolik Dönüştürücüde Sinyal Akımı [6]

Elektrohidrolik elemanların kumanda bölümü elektriksel, motor bölümü ise hidroliktir. Bu çalışmanın amacı; özellikle birbirinden 180° faz farkına sahip çift kanallı darbelerin (impulslerin) üretilmesi, üretilen bu sinyalin kontrol altında git-gel hareketi yapan elemana, örneğin delgiye, iletilmesini kapsayan elektrohidrolik elemanların Şekil 1.'de verilmiş olan işlem adımlarını takip ederek ortaya konmasıdır.

3. METODİK KONSTRÜKSİYON İŞLEM ADIMLARI İLE ÇÖZÜME ULASMA

3.1 Ödevin Tanımlanması

Ödev: Gel-git hareketi yapan delgi benzeri iş elemanlarını tahrik etmek için kullanılacak elektrohidrolik elemanın tasarımı.

3.2 İstek Listesi, Ödevin Tüm Yanlariyla Ortaya Konması

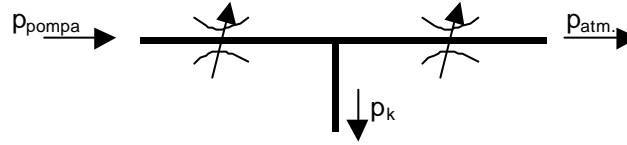
Bir pompa tarafından belirli bir basınca çıkarılmış akiskandan, genligi bu basınca esit veya yakin kare darbe sinyali üretmek ve bu sinyali istege göre is elemanina iletmek veya iletmemek (frenlemek) isteniyor.

Bu amaca uygun olarak hazirlanan istek listesinin bir bölümü su sekilde olabilir [6]:

Hidrolik darbe sekli	Kare
Darbe frekansi	0-500 Hz
Darbe genligi	0,5 . pompa basinci ($p=0,05$ Pa)
Giris sinyali	elektriksel kare dalga, < 2W
Sinyal kurali	giris sinyaline göre çıkisa darbe gönderilecek, frenlenecek
	$X_g = 1 \Rightarrow X_{\varphi} = 1$
	$X_g = 0 \Rightarrow X_{\varphi} = 0$

3.3 Temel Sorunlar, Problemin Analizi

Lüle kesitlerini degistirerek basınç kontrolü, dolayisiyla bir peryod içerisinde basinci minimum ve maksimum degerler arasında degistirip darbe üretme ancak iki lüveli sistemle yapılabilir [7]. Bu sistemde, bir ucu pompaya diger ucu da atmosfere bagli borudan ayrilan bir kol ile yük elemanina giden akiskanin basinci giris ve çıkistaki lüle kesitlerince belirlenir, Sekil 3.



Sekil 3. Çift Lüleli Hidrolik Potansiyometre

Aranilan çözümün istenilen fonksiyonu tam olarak gerçeklestirebilmesi için su temel sorunlara cevap vermesi gerektigi belirlenmistir [8]:

1. p_k nin zaman fonksiyonunun kare darbe olması için lüle kesitleri nasıl degistirilmelidir?
2. Lüle sekillemi nasıl olmalıdır?
3. Lüle kesitinin degistirilmesi elektrik enerjisiyle gerçeklestirilecegine göre hangi fiziksel prensipleri kullanmak gerekir?
4. Birbirinden 180° faz farki olan kare dalga sinyalini elde etmek için önceki üç sorunun çözümünü nasıl birlestirilebilir?

3.4 Çözümlerin Aranması

Bu asamada, fiziksel olayin sistematik sekilde arastirilmesi gerçeklestirilmektedir. Rodenacker'a göre bu asama var olan fiziksel çözümlerin arastirilmesi asamasidir. İlk temel sorun için su imkanlar teknik literatürde mevcuttur:

- | | |
|--|----------------|
| a) Giris lülesi sabit, çıkis lülesi degisken | Çıkis kontrolü |
| b) Giris lülesi degisken, çıkis lülesi sabit | Giris kontrolü |
| c) Giris ve çıkis lüleleri ayni sekilde degisken | Es kontrol |
| d) Giris ve çıkis lüleleri zit sekilde degisken | Zit kontrol |

Hidrolik potansiyometrede kontrol basinci p_k giris lülesinin kesiti A_g , çıkis lülesinin kesiti A_{φ} olmak üzere,



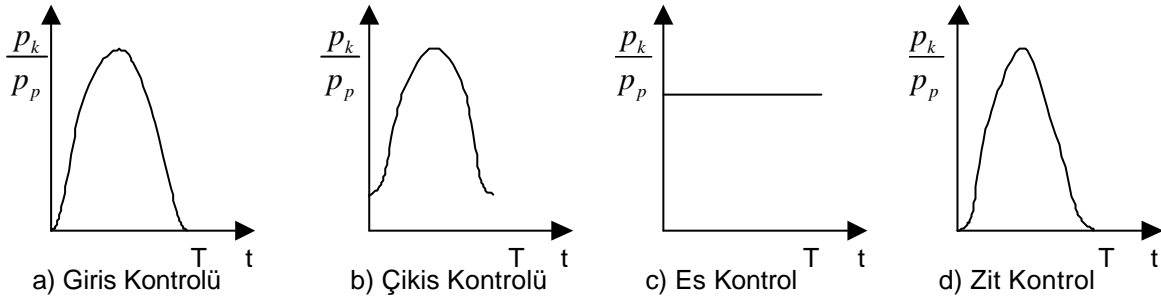
$$p_k = \frac{1}{1 + \frac{A_c^2}{A_g^2}}$$

bağıntısıyla belirlenir. p_k nin bir darbe fonksiyonu olabilmesi için lüle kesitlerindeki değişimin hızlı şekilde başarılması gerekir. Kalitatif bir karşılaştırma için alan değişime hızını sabit kabul edip yukarıda sayılan dört yöntem için darbe genliği hesaplandığında Şekil 4.'te görülen diyagramlar elde edilir.

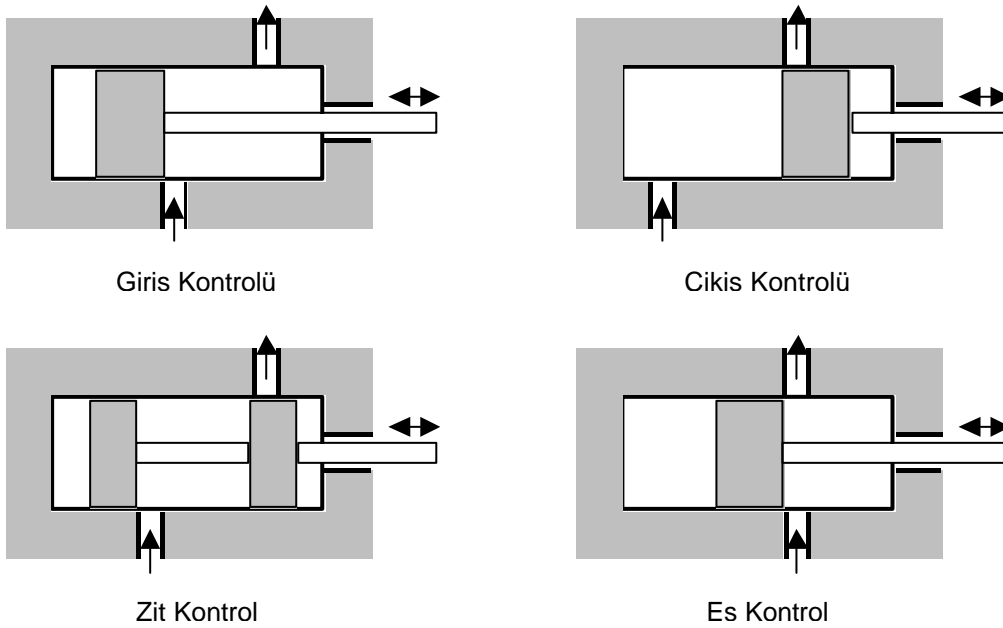
Bu diyagramlara göre es kontrol ile darbe üretmek mümkün değildir, diğer üç yöntem kullanılmalıdır.

İkinci temel sorun yani lüle şekilleri için ise çeşitli alternatifler literatürden bulunabilir. Kesitin değiştirilmesi için; kesitin boru içindeki yeri, kesiti kapatacak elemanın geometrisi ve hareket şekli belli önemli parametrelerdir. Buna göre su varyasyonlar oluşturulabilir:

Lüle kesiti	Akışkan borusu içinde veya ucunda değiştirilebilir
Karsi eleman	Plak, silindir, küre veya koni olabilir
Hareket şekli	x, y, z eksenleri etrafında dönme x, y, z eksenleri etrafında öteleme olabilir.



Şekil 4. Dört Yönteme göre Darbe Genlikleri



Şekil 5. Silindir Kapaklı Lülede Kontrol Çeşitleri [6]

Karsi elemanın silindir, hareket seklinin x ekseninde öteleme ve alanı değistirilecek kesitlerin boru içinde olması halinde temel sorun 1'de verilen dört yöntem için örnek çözüm semaları Sekil 5.'te verilmisttir.

Üçüncü temel sorun; lüle kesitinin değistirilmesi işlemi, yani karsi elemanın hareketinin düzenlenmesi, elektrik sinyali ile kolay ve çabuk şekilde yapılabilmesi istenmektedir. 500 Hz çalışma frekansında minimum alandan maksimum alana geçiş esnasında geçen süre 0,001 saniyeden küçük olmalıdır. Giriş büyüklükleri U : Gerilim ve I : Akım, çıkış büyüklükleri Y yol veya hız olan bir transdüktörün çalışma prensibi fizik bilgilerine göre şunlar olabilir [6]:

- Elektrotermik prensip İçerisinde akım geçen metalin ısınip boyunun uzaması
- Elektrostatik prensip Yüklü kondansatörün plakalarının birbirini çekmesi
- Elektromanyetik prensip Akım geçen sargının çekirdeği çekmesi
- Elektrostriktif prensip Elektriksel alanda polarize olan moleküller nedeniyle elastik deformasyon meydana gelmesi
- Manyetostrik prensip Manyetik alanda ferromanyetik malzemede boyut deęisikliği
- Piezoelektrik prensip Bazı anizotrop kristallerin elektrik yüklenmesinde boyut deęisimi

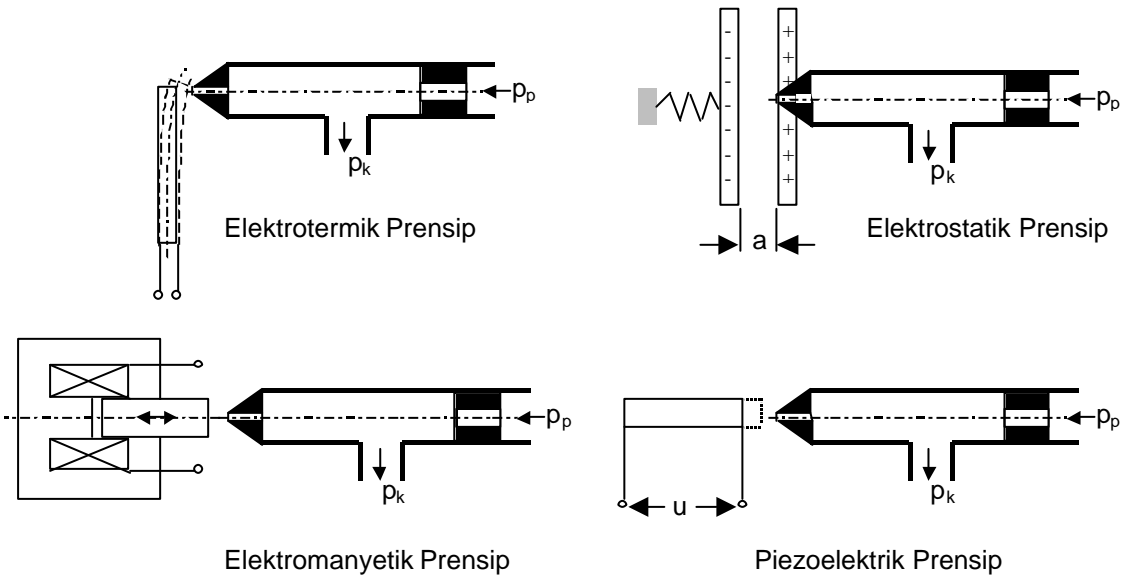
Bu prensipleri kullanarak elektrik sinyali ile kesit değişimini sağlayabilme amacıyla düşünülen çözümlerin seması Sekil 6.'da verilmisttir.

Yukarıda özetlenen düşüncelere bağlı olarak elektrohidrolik darbe üretici ancak tek kanallı olarak ortaya konabilir, Sekil 7. Birbirinden 180° faz farklı iki darbe üretici istendiğine göre iki darbe üreticini birlikte senkron şekilde kullanmamız veya bir darbe üreticiden iki kanal elde etmek gerekir, Sekil 8.

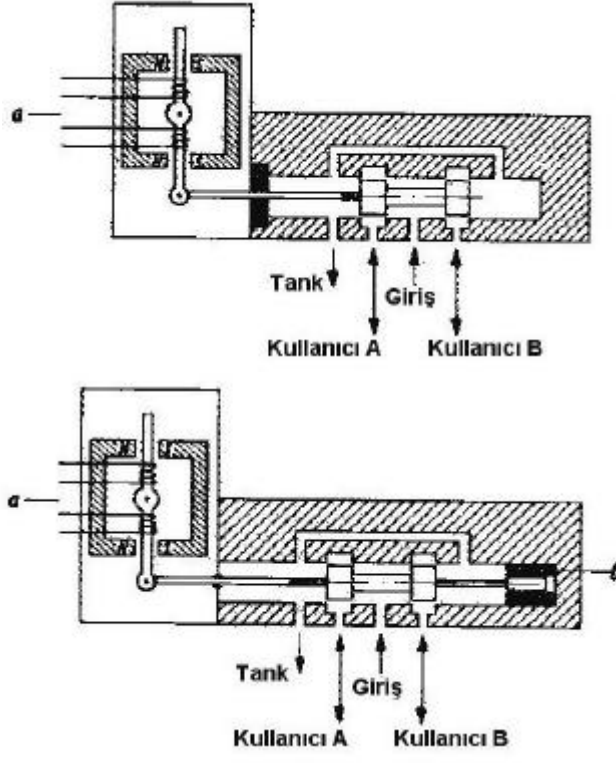
3.5 Deęerlendirme

Bu kısımda karar vermeye yardımcı amacıyla genelleştirme (abstraktlaştırma) yöntemini kullanarak yukarıdaki dört temel soruna önerilen çözümleri ortaya koyalım:

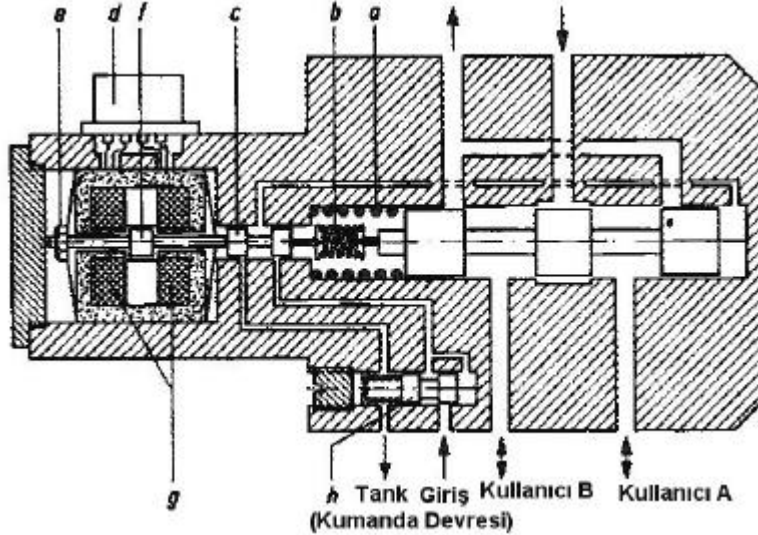
- Lüle kesitleri çıkış kontrolü, giriş kontrolü ve zıt kontrol yöntemleriyle gerçekleştirilebilecektir.
- Lüle formu, akışkanın geçeceği deliğin boru içerisinde olması, deliği kapatacak elemanın plak, silindir, koni, küre, hareketin ise dönme veya öteleme olmasına göre farklı olabilir.
- Lülenin karsi eleman tarafından açılıp kapanması altı farklı fiziksel kurala göre gerçekleştirilebilir.
- Darbe üretici iki ayrı tek kanal veya bir çift kanal elemanı olarak tasarlanabilir.



Sekil 6. Fiziksel Prensiplerin Uyarlanması [6]



Sekil 7. Tek Kanalli Servo valf [7]

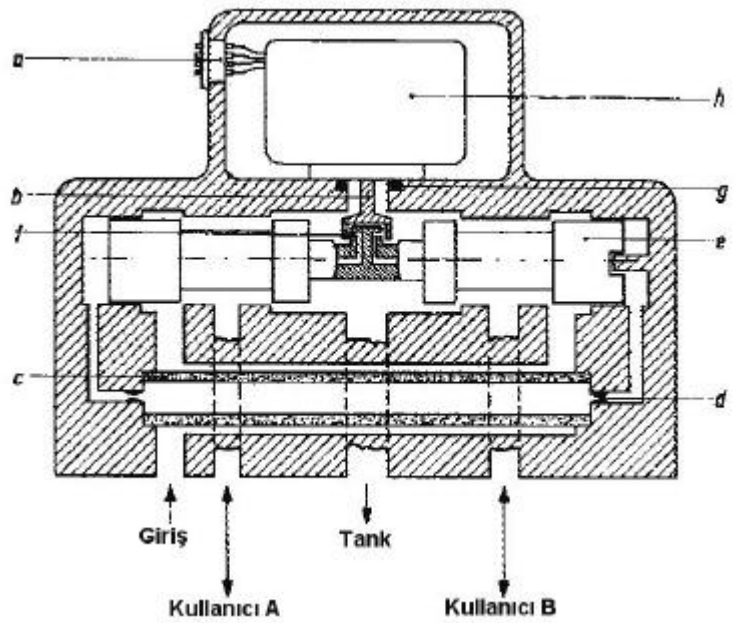


Sekil 8. İki Kanalli Servo valf [7]

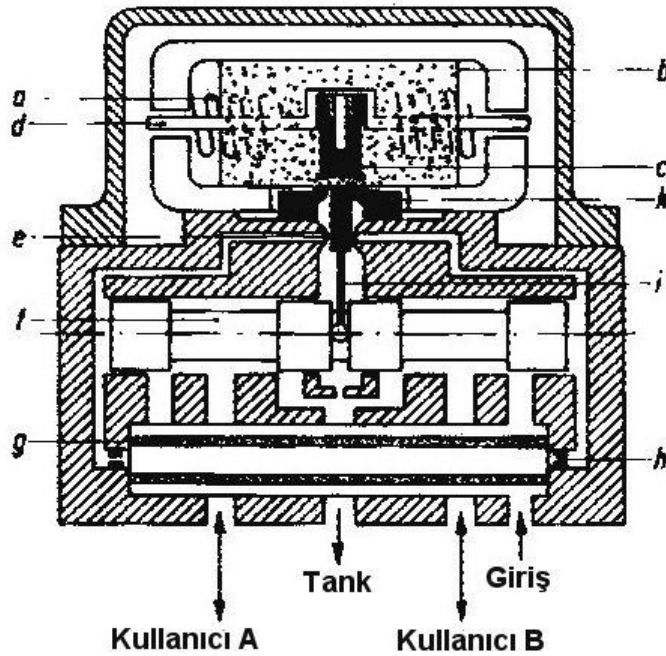
Temel sorunlara çözüm olabilecek bu çözümler istek listesi ile karşılaştırılırsa bazılarının istekleri tam olarak karşılamadığı görülür. Özellikle elektromekanik sinyal çevrim imkanlarından teoride hepsi uygulanabilir olsa da pratikte elektrostriktif, magnetostriktif ve piezoelektrik prensiplerde boyut değıştirme yeterli seviyede değildir. Elektrotermik prensipte çalışacak olan transdüktör yavaş çalışacağından elektrostatik prensibe göre çalışan dönüştürücü de yetersiz güçte olduğundan kullanılmaz. Buna göre uygulanabilir olarak sadece elektromanyetik prensip kalmaktadır.

3.6 Çözüm Taslağının Seçimi

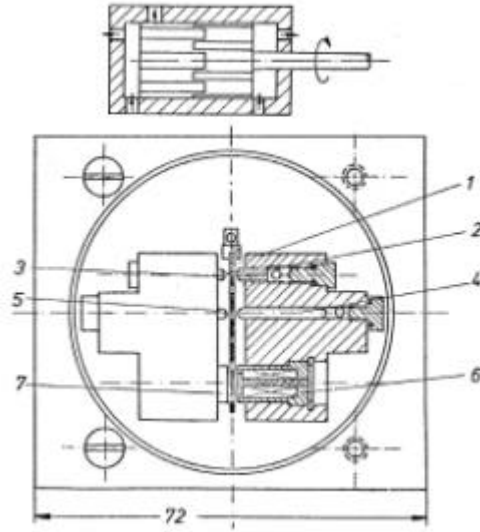
Olası çözüm önerilerinin sayısı bir kısmı elense de halen kırk civarında kalmıştır. Bazı örnekler Sekil 9. ve 10.'da görülmektedir. Bu çözümler arasından en iyi olarak seçilen iki tanesi Sekil 11. ve 12.'de verilmiştir.



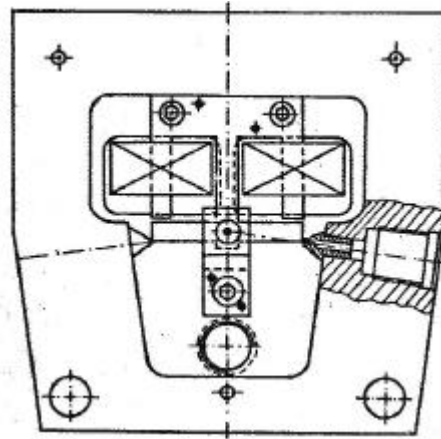
Sekil 9. Servo valf, Firma Bendix-Hamilton [7]



Sekil 10. Bir Yaprak Yay Üzerinden Kuvvet Geri Dönüslü İki Kanallı Servo valf [7]



Sekil 11. Darbe Üretici ve Elektrohidrolik Dönüştürücü, Alternatif Çözüm 1 [6]



Sekil 12. Darbe Üretici ve Elektrohidrolik Dönüştürücü, Alternatif Çözüm 2 [6]

Sekil 11.'de görülen ilk örnek üzerine oluklar açılmış döner pistondan ibaret darbe üretici ile birlikte çalışmakta, üreticiden gelen küçük genlikli darbeleri sinyal kuralına göre frenlemekte veya yük elemanına iletmekte, iletilenleri de daha yüksek pompa basıncına bağlı olduğu için kuvvetlendirmektedir. Sadece klapeyi hareket ettirecek kapasitede olan 0,03 Pa genlikli darbeler 4 nolu pistoncuklar üzerinden klapeyi iki çıkış lülesi arasında sağa-sola doğru hareket ettirmekte, klapeyi kapattığı lümenin bağlı olduğu kanalda basınç maksimum değere karşı kanalda ise minimum değere ulaşmaktadır. Kuvvetlendirme ve iş elemanına iletim istenmediğinde 6 nolu sargılar uyarılmakta, klape manyetik elemanın alın yüzeyine yapışıp sabit kaldığından, karşı tarafta da lüle açık kalacağından basınç minimum değerde kalmaktadır [6].

Kontrolü *çıkış lülesi kontrolü*, karşı elemanı klape, hareketi z ekseninde salınım olan bu örneğe benzer Sekil 12.'de görülen ikinci örnekte ise darbe üretme ve kontrolü işlemi tek elemanda birleşmiştir. Hareketli parçanın kütlelerinin küçük olması, her iki kanalın çıkış lülelerinin ilk örnekteki gibi tek bir klapeyle açılıp kapanması ve birisi açılırken diğeri kapanmasıyla 180° faz farkının basit bir şekilde gerçekleştirilmesi ve lülelerin klapeye yerleştirilmesiyle servo valflerde gördüğümüz örneklerin aksine lüleden çıkan akışkanın klape yataklama noktasına yönelik kuvvet etkisi, dolayısıyla elektromanyetik elemanların çekme kuvvetine karşı koymaması yüksek frekansta çalışma şartını gerçekleştirecek unsurlar olduğundan bu öneri seçilmiştir.

SONUÇ

Metodik konstrüksiyon yaklaşımını kullanarak, tasarımın başlangıcındaki isteklere en uygun çözümün bulunabileceğini göstermek amacıyla hazırlanan bu tebliğde literatürde mevcut çözümlerden faydalanılmıştır. Bu yaklaşım, tasarımın başında hemen ödevin konstrüksiyonuna geçmeyip, ödevdeki temel sorunları ortaya koymak ve bu sorunlara teker teker çözümler bulmak, bulunan bu çözümlerin gerekirse kombinasyonuna başvurmak şeklinde özetlenebilir.

Çözüm arama işleminde konstrüktörü destekleyici teorik bilginin önemi de bu çalışmada gösterilmiştir. Kitaplar, bilgi bankaları, patentler vb. destek araçları konstrüktörün tecrübesi ile birleştiğinde optimum sonuçlara ulaştırılacaktır.

Bir hidrolik sistemin tasarımında kullanımı gösterilen metodik konstrüksiyon çalışma prensiplerinin özellikle tasarım süresini en aza indirerek mühendise yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ÇAVDAR, K., "Gürültüsü Az Konstrüksiyonlar", Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.
- [2] PAHL, G., BEITZ, W., "Konstruktionslehre, 4. neubearbeitete Auf.", Springer Verlag, 1993.
- [3] BABALIK, F.C., "Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri Cilt 1", Uludağ Üniversitesi Yayınları, 1997.
- [4] KOLLER, R., "Konstruktionslehre für den Maschinenbau, 2. Auf.", Springer Verlag, 1985.
- [5] RODENACKER, W.G., "Methodisches Konstruieren 4. Auf.", Springer Verlag, 1991.
- [6] BABALIK, F.C., "Elektrohidrolik Elemanların Dizaynında Metodik Konstrüksiyon Yöntemlerinin Uygulanması, TÜBİTAK 6. Bilim Kongresi, s. 145-156, 1977.
- [7] GUILLON, M., "Hydraulische Regelkreise und Servosteuerungen", Carl Hanser Verlag, München, 1968.
- [8] BABALIK, F.C., "Elektrohydraulische Umformer in der Druckimpulstechnik, Maschinenmarkt, Würzburg, c. 80, s. 94, 1974.

ÖZGEÇMİSLER

Kadir ÇAVDAR

1969 yılında Bursa'da doğdu. 2000 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden Doktor ünvanı aldı. Gürültüsü az konstrüksiyonlar, makine elemanları, metodik konstrüksiyon ve mekatronik alanlarında halen UÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Fatih C. BABALIK

1942 yılında Emirdağ/Afyon'da dünyaya geldi. Kasım 1968 -Aralık 1972 yılları arasında Braunschweig Teknik Üniversitesi'nde (Institut für Feinwerk und Regelungstechnik) Profesör Dr.-Ing Alfred Kuhlenkamp yanında araştırmacı olarak çalışıp "Über die elektrohydraulischen Umformer in der Feinwerktechnik" konulu doktora tezini hazırladı. 1983 yılında UÜ Mühendislik Fakültesi'nde Profesörlüğe yükseltildi. Bu fakültede Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, Dekan Yardımcılığı ve Dekanlık yaptı. Evli ve bir çocuk babasıdır.